

## REVITALIZAÇÃO DO SISTEMA LAMELAR DO COMPLEXO MORRO DO GAIA

### **Luiz Ricardo Alves dos Santos** <sup>(1)</sup>

Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER). Formado no curso tecnólogo em Gestão de Produção pela UNINTER e curso técnico em Edificações pela Escola Politécnica. Dispõe, também, formação no curso técnico em Paisagismo pela Universidade de Araras.

### **Jozelita Maria dos Santos Neta** <sup>(2)</sup>

Graduanda em Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Alagoas (IFAL). Formada no curso técnico em Edificações pelo IFAL.

### **Victória Regina Martins Silva** <sup>(3)</sup>

Engenheira Civil formada pelo IFAL.

### **Alyx Diego Oliveira Silva** <sup>(4)</sup>

Mestre em Engenharia Civil pela Universidade de Pernambuco (UPE) e Engenheiro Civil formado pelo Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Detém especialização em Segurança do Trabalho pela Faculdade bookplay.

### **Eduardo Henrique Albuquerque Batalha** <sup>(5)</sup>

Engenheiro Civil pelo Centro de Ensinos Superior de Maceió (CESMAC) e engenheiro de segurança do Trabalho pela Faculdade Figueiredo Costa (FIC - UNIFAL)

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua Severino de Vasconcelos Oliveira, Número 122 – Bairro Jardim Esperança – Arapiraca-AL – CEP: 57307-768 – Brasil – Tel: + 55 (82) 99829-0827 – e-mail: luiz.alves@igua.com.br.

## 1. RESUMO

A decantação constitui uma etapa fundamental no processo de tratamento de água, sendo responsável pela retenção/remoção das partículas sólidas de maior dimensão. Para tal, a água encontra como barreira física os perfis lamelares, os quais impedem o fluxo livre das partículas e dificultam o acesso à zona de líquido límpido na superfície. Nota-se, portanto, que a ausência de lamelas e/ou perfis inadequados reduz a performance dos decantadores. Nessa perspectiva, viu-se na Estação de Tratamento do Complexo Morro do Gaia o desprendimento dos blocos lamelares, impactando de forma negativa a taxa de decantação, aumentando a frequência de manutenções, e paralizações do sistema. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho é descrever o processo sistêmico operacional que foi aplicado na revitalização desse sistema lamelar. Para isso, realizou-se o planejamento da metodologia para aplicação e reutilização das lamelas, utilizando como ferramenta o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), mostrando-se uma ferramenta essencial para gestão de qualidade e melhoria contínua de processos, e aplicável para esse fim. Embasando-se nessa análise, classificou-se os perfis que seriam reaproveitados e aqueles que seriam substituídos, sendo destinados às empresas que utilizam o termoplástico como matéria prima em seus processos produtivos, constituindo uma economia circular. Ademais, para assegurar que os perfis estariam estáveis, estabeleceu-se o uso de cabos de aço e o rebatimento dos blocos lamelares, garantindo a fixação e a sustentação de forma estrutural dos blocos lamelares. Desse modo, assegurou-se a eficiência do sistema lamelar, resultando em decantadores de alta performance e aumentando de forma significativa a vida útil do sistema lamelar. Assim, reduziu-se o arraste dos flocos, aumentando a quantidade de fluxo líquido de entrada, bem como obtendo análises de turbidez baixas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alta performance, Sistema lamelar, Revitalização.

## 2. INTRODUÇÃO

A metodologia PCDA (*Plan, Do, Check, Act*) tem se mostrado uma ferramenta essencial para gestão de qualidade e melhoria contínua dos sistemas (GHADGE et al., 2021). Essa abordagem cíclica busca promover a excelência por meio da definição de metas claras, implementação de ações, monitoramento dos resultados e ajustes para aperfeiçoamento contínuo. Nessa perspectiva, nota-se que a aplicação desse princípio é fundamental para o aprimoramento da eficiência operacional no setor do saneamento básico.

Assim, tem-se que a implantação do PCDA permite que haja uma gestão estruturada e orientada em resultados, oferecendo uma abordagem sistemática pautada no planejamento, execução, verificação e ação (Figura 1) em relação aos processos e atividades (SARWOKO et al., 2020). Dessa maneira, observa-se que o planejamento permite estabelecer objetivos e metas, que asseguram a otimização das atividades. Em paralelo, a etapa de execução

envolve a implementação das ações planejadas, com foco na coordenação de equipes, alocação de recursos e execução eficiente das atividades construtivas. Com isso, tem-se a análise dos resultados obtidos, por meio de indicadores de desempenho, inspeções e auditorias, a fim de avaliar o grau de conformidade com as metas estabelecidas. Por fim, a etapa de ação envolve a identificação de melhorias necessárias e a implementação de ações corretivas ou preventivas para otimizar os processos e resultados.

**Figura 1 – Ciclo PCDA**



Fonte: Google imagens, 2023.

Nesse sentido, é notório que ao se aplicar a supracitada metodologia nas atividades há a melhoria contínua dos processos, fomentando o aumento da eficiência operacional – esse parâmetro acarreta à redução de custos e na acentuação da qualidade dos resultados (ZHU et al., 2019). Dessa maneira, buscou-se adotar métodos respaldados na referida abordagem sistemática, a fim de garantir a otimização dos processos, de forma eficiente e duradoura. Em específico, o uso do PCDA em uma revitalização que impacta todo o sistema funcional da operação.

## 2.1. CARACTERIZAÇÃO DO COMPLEXO MORRO DO GAIA

O Complexo Morro do Gaia compõe o Sistema Coletivo do Agreste (SCA), situando-se no município de São Brás-AL. Esse, é responsável pelos processos de captação, adução e tratamento de água, atendendo uma população de aproximadamente 400 mil habitantes, localizados em 10 municípios do estado de Alagoas, com vazão de trabalho em torno de 1.900 m<sup>3</sup>/h, como visto na figura 2.

**Figura 2 – Complexo Morro do Gaia, Fazenda Santa Fé**

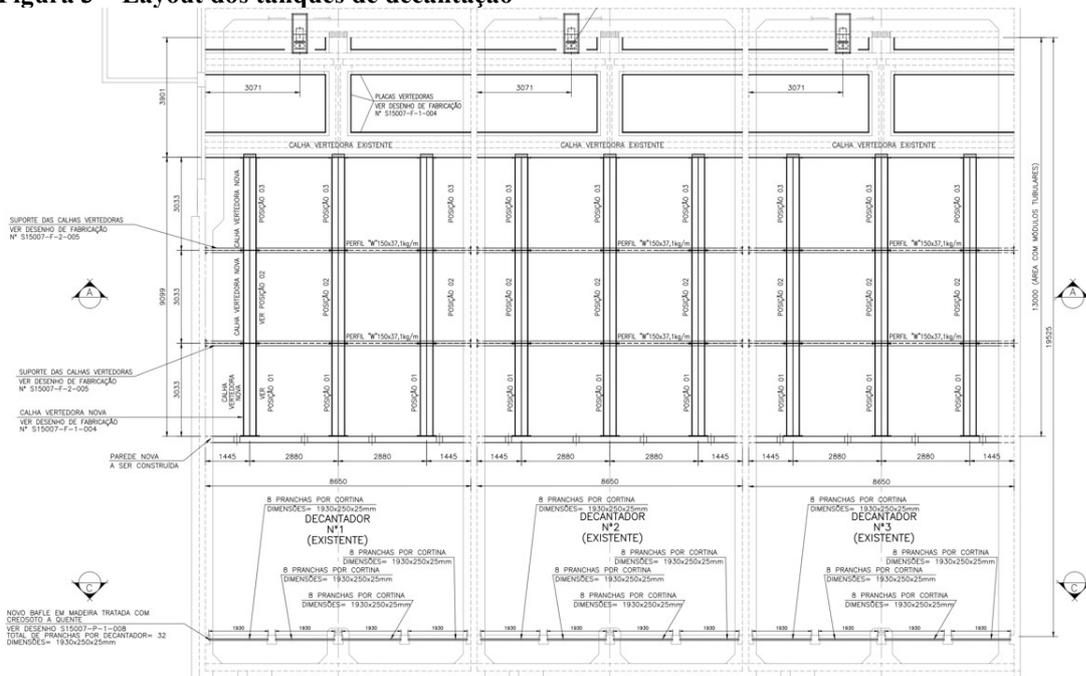


Fonte: Agreste Saneamento, 2022.

## 2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ETA OBJETO DESTA PESQUISA

No que se refere à etapa de tratamento desse recurso hídrico, o complexo Morro do Gaia dispõe de duas estações de tratamento. Em específico, esta pesquisa se refere à ETA 02. Essa, é composta por 03 tanques de decantação, os quais têm uma área de 65m<sup>2</sup>. Os decantadores são subdivididos em módulos, totalizando 06 módulos, cuja área é de 32,5m<sup>2</sup>. Para mais, todos os tanques são estruturados em concreto armado. O layout da supracitada ETA pode ser visualizado na figura 3.

**Figura 3 – Layout dos tanques de decantação**



Fonte: Atlântico Sul Saneamento Ambiental, 2016.

## 2.3. ANÁLISE DA SITUAÇÃO PROBLEMA

Viu-se que os perfis lamelares da referida ETA se encontravam desprendidos. Assim, uma quantidade significativa de lamelas estava acumulada no fundo dos decantadores. Essa problemática foi intensificada ao longo do tempo, devido à pressão exercida durante as limpezas periódicas. Como consequência, as partículas sólidas se depositaram em zonas de difícil acesso, aumentando os níveis de turbidez e o aumento da produção de lodo, como verificado na figura 4.

**Figura 4 – Panorama do sistema lamelar do decantador**



Fonte: elaboração própria, 2022.

### **3. OBJETIVOS**

Este projeto dispõe por objetivo evidenciar o sistema construtivo que se utilizou na revitalização do sistema lamelar do Complexo Morro do Gaia, com o fito de otimizar o processo de decantação e acentuar os índices de performance dos tanques decantadores. Disso além, buscou-se implementar uma metodologia operacional alinhada com os parâmetros de inovação, sustentabilidade e qualidade, assegurando que os perfis lamelares permaneçam estáveis por longos períodos. Ademais, intentou-se fazer uso da política dos 3 R's da sustentabilidade que foi aplicada em sua ordem de importância, assim como segue: reduzir, reutilizar e reciclar. Reduzir o consumo ao máximo, reutilizar produtos e materiais enquanto puderem ser reutilizados e, por último, reciclar aqueles que tiverem chegado ao fim de sua vida útil.

### **4. METODOLOGIA UTILIZADA**

Realizou-se um estudo prévio das possíveis metodologias construtivas para revitalização dos blocos lamelares. Respalhando-se nessa análise, definiu-se o uso de cabos de aço 1/16", os quais resistem uma carga de até 164 kgf – conforme dados do fabricante (VONDER). Esses cabos, em conjunto com a estrutura de madeira existente, foram responsáveis pelo suporte estrutural dos carregamentos que são aplicados nos decantadores (Figura 5), atuando de maneira análoga às fundações. Além disso, previu-se o rebitamento das lamelas em suas extremidades (Figura 6), usando rebites em alumínio de 4x25mm, com o propósito de assegurar que não haja segregação desses perfis e posterior depósito no fundo dos tanques de decantação. Esse material detém como característica técnica uma resistência à tração de 95 kgf e em relação ao cisalhamento de 75 kgf. Ainda com o intuito de preservar os perfis lamelares fixos, usou-se o adesivo Aquatherm (Figura 7) para conferir uma maior aderência entre esses.

**Figura 5 – Aplicação de cabo de aço para sustentação dos perfis**



Fonte: elaboração própria, 2022.

**Figura 6 – Rebitamento das régulas lamelares**



Fonte: elaboração própria, 2022.

**Figura 7 – Aplicação de adesivo colante**



Fonte: elaboração própria, 2022.

Por fim, foi feita uma análise e classificação das lamelas, sendo utilizado todos os perfis que estavam adequados (Figura 8) – tendo um reaproveitamento de cerca de 70% do material. Esse reaproveitamento suscitou economia, otimização de tempo e sustentabilidade. Os demais 30% foram destinados à Associação de Catadores de Resíduos de Arapiraca (ASCARA), local onde foram prensados e derretidos, sendo destinados às

empresas que usam o termoplástico reciclado em seus processos (Figura 9). Assim, foi possível destinar o subproduto gerado na revitalização do sistema lamelar, garantindo uma economia de ciclo fechado estruturada nos pilares da sustentabilidade (Figura 10).

**Figura 8 – Reaproveitamento de lamelas**



Fonte: elaboração própria, 2022.

**Figura 9 – Destinação de lamelas para outra cadeia produtiva**



Fonte: elaboração própria, 2022.

**Figura 10 – Economia circular**



Fonte: Google imagens, 2023.

#### 4.1. FLUXOGRAMA DAS ATIVIDADES OPERACIONAIS

Para o desenvolvimento e acompanhamento das atividades de revitalização do sistema lamelar foi criado o fluxograma apresentado na figura 11.

**Figura 11 – Sequência de etapas construtivas**



Fonte: elaboração própria, 2023.

### 5. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos neste estudo foram:

- Estabilidade do sistema lamelar;
- Aumento da performance do módulo de decantação;
- Redução dos níveis de turbidez da água;
- Otimização do processo de limpeza periódica;
- Adoção de práticas sustentáveis, com reaproveitamento de produtos e destinação de resíduos para outras cadeias produtivas baseado em princípios de 3R's;
- Economia de aproximadamente 70% do valor referente ao custo total dos perfis lamelares que seriam utilizados caso não houvesse o reaproveitamento.
- Aumento na vida útil do sistema lamelar.

### 6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A estabilidade dos perfis lamelares otimiza o processo de sedimentação das partículas sólidas, atuando como agente redutor do arraste dos flocos, bem como acentuando o fluxo de entrada de água nos decantadores. Como consequência, tem-se o funcionamento eficiente do tanque de decantação, maximizando a vazão de água tratada, a qual abastece cerca de 400 mil cidadãos. Paralelamente, o efeito das lamelas fixas e inclinadas adequadamente possibilita que a turbidez seja reduzida, como evidenciado na ETA objeto deste estudo. Essa,

dispôs de níveis de turbidez que alcançaram 4,02 NTUs (unidades Nefelométricas de Turbidez), conforme dados fornecidos pelo setor de tratamento local (Tabela 1). Esse valor foi reduzido, alcançando 0,86 NTU após a revitalização do sistema lamelar, como pode ser visto na tabela 2.

**Tabela 1 – Turbidez média obtida nos meses que precederam à Revitalização**

Maio	Junho	Julho
1,58	4,02	2,15

Fonte: elaboração própria a partir do setor de tratamento da Agreste Saneamento, 2022.

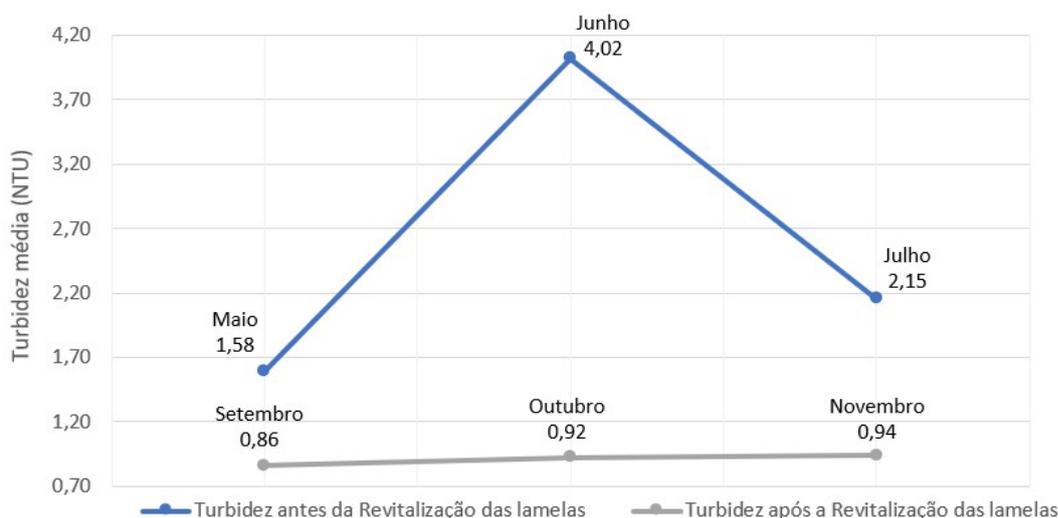
**Tabela 2 – Turbidez média obtida nos meses que sucederam à Revitalização**

Setembro	Outubro	Novembro
0,86	0,92	0,94

Fonte: elaboração própria a partir do setor de tratamento da Agreste Saneamento, 2022.

A partir desses valores, pode-se encontrar o gráfico com os níveis de turbidez (Figura 12).

**Figura 12 – Níveis de turbidez média**



Fonte: elaboração própria a partir do setor de tratamento da Agreste Saneamento, 2022.

Além disso, o desprendimento das réguas lamelares ocasiona o acúmulo no fundo dos tanques de decantação, obstruindo a descarga de fundo e, por consequência, dificultando o processo de limpeza. Esse déficit foi resolvido com o reforço da fixação do sistema lamelar, assim como pela estruturação dos cabos de aço – o qual proporcionou a distribuição uniforme das cargas atuantes. Desse modo, foi possível assegurar a execução efetiva das limpezas. Para mais, pode-se afirmar que se adotou uma economia de ciclo fechado, em que houve reaproveitamento de 100% dos materiais, seja com a finalidade principal da lamela ou como subproduto em uma outra cadeia de produção, promovendo uma economia de cerca de 70%, referente ao valor total dos perfis lamelares que seriam utilizados caso não houvesse reaproveitamento – esse valor está em torno de R\$ 30.086,88 (Trinta Mil Oitenta e Seis Reais e Oitenta e Oito centavos). Ressalta-se ainda que a destinação dos subprodutos gerados também reduz os impactos ambientais provenientes desse serviço, contribuindo de maneira sustentável ao meio ambiente.

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos neste estudo possibilitam concluir que é possível adotar metodologias construtivas baseadas em inovação e sustentabilidade. Desse modo, verifica-se que o uso de cabos de aço em estruturas como decantadores, atuando na estabilidade de blocos lamelares, é viável. Esses, em conjunto com rebites e adesivos colantes, tornam o sistema de lamelas resistentes à ação das tensões que são aplicadas durante o processo de tratamento de água, sem que haja movimentação de lamelas. Para mais, contou-se que este projeto influencia diretamente nos objetivos de desenvolvimento sustentável estabelecidos pela ONU, haja vista que o uso de decantadores de alta performance assegura água potável e saneamento para mais indivíduos

e por tempo infindo (ODS 6 – Água potável e saneamento), assim como o desenvolvimento deste serviço se deu de maneira consciente, respaldando-se em pilares sustentáveis, contribuindo assim para ODS 12 (Consumo e produção responsáveis).

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

GHADGE, A. et al. Implementation of PDCA (Plan, Do, Check, Act) for Quality Improvement in Construction Projects. In: 2021 8th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA). IEEE, 2021. p. 134–139.

SARWOKO, E. et al. PDCA-Based Quality Management System (QMS) to Improve Construction Projects Performance. In: Proceedings of the 2020 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. IEOM Society International, 2020. p. 1509–1518.

ZHU, H. et al. Research on Quality Management Method Based on PDCA Cycle in Construction Project. In: 2019 4th International Conference on Education, Management, Arts, Economics and Social Science (ICEMAESS). Atlantis Press, 2019. p. 324–328.